

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-219311

(43)Date of publication of application : 09.08.1994

(51)Int.Cl.

B62D 6/02

B62D 5/04

(21)Application number : 05-011799

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 27.01.1993

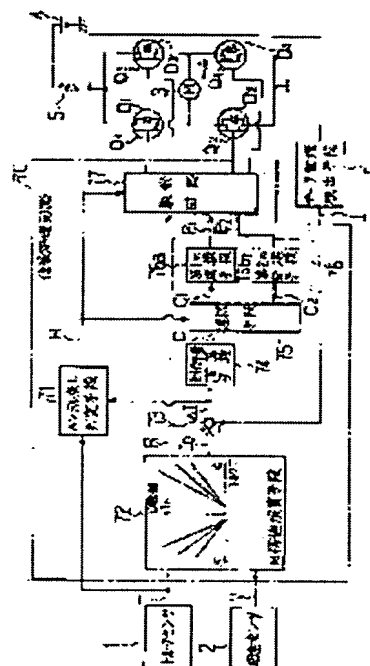
(72)Inventor : WADA SHUNICHI
NISHINO KAZUHISA

(54) ELECTRICALLY DRIVEN POWER STEERING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an electrically driven power steering device handwheel returning performance of which is improved without damaging linearity of auxiliary torque control.

CONSTITUTION: A handwheel return judgement means 71 to judge the returning state of a handwheel, a selection means 75 to select one of control amounts in response to a judgement result H of the returning state as well as to produce the control amounts C1 and C2 corresponding to each driving mode in accordance with a control amount C of a motor 3 and a conversion means 76 to convert each of the control amounts to a PWM duty ratio are provided. At the time of normal steering, switching elements Q1-Q4 are driven by a PWM duty ratio P1 corresponding to a first drive mode, and at the time of handwheel return, the switching elements are driven by a PWM duty ratio P2 corresponding to a second drive mode, smooth torque control is realized and braking work by the motor is restrained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.07.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2857555

[Date of registration] 27.11.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-219311

(43)公開日 平成6年(1994)8月9日

(51)Int.Cl.⁵

B 6 2 D 6/02
5/04

識別記号

Z

庁内整理番号

9034-3D
9034-3D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平5-11799

(22)出願日 平成5年(1993)1月27日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 和田 俊一

姫路市千代田町840番地 三菱電機株式会
社姫路製作所内

(72)発明者 西野 一寿

姫路市定元町13番地の1 三菱電機コント
ロールソフトウェア株式会社姫路事業所内

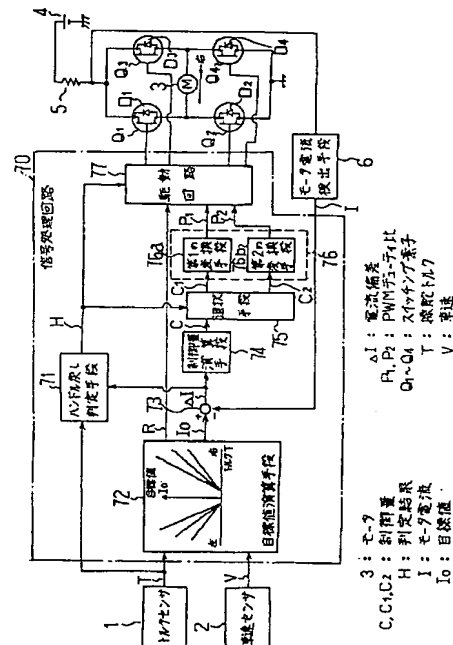
(74)代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54)【発明の名称】 電動式パワーステアリング装置

(57)【要約】

【目的】 この発明は、補助トルク制御のニアリティを損なうことなくハンドル戻り性能を改善した電動式パワーステアリング装を得る。

【構成】 ハンドルの戻り状態を判定するハンドル戻り判定手段71と、モータ3の制御量Cに基づいて各駆動モードに対応した制御量C1及びC2を生成すると共に、戻り状態の判定結果Hにตอบสนองして制御量的一方を選択する選択手段75と、各制御量をPWMデューティ比に変換する変換手段76とを設け、通常操舵時には第1の駆動モードに対応したPWMデューティ比P1でスイッチング素子Q₁～Q₄を駆動し、ハンドル戻り時には第2の駆動モードに対応したPWMデューティ比P2でスイッチング素子を駆動し、円滑なトルク制御を実現する共に、モータによるブレーキ作用を抑制する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ハンドルの操舵トルクを検出するトルクセンサと、

車速を検出する車速センサと、

前記ハンドルの操舵補助用のモータと、

前記モータを介してブリッジ回路を構成すると共に前記モータを両方向に回転させる各一对のスイッチング素子と、

前記モータの電流を検出するモータ電流検出手段と、

前記操舵トルク、前記車速及び前記モータ電流に基づいて前記スイッチング素子を駆動する信号処理回路とを備えた電動式パワーステアリング装置において、

前記信号処理回路は、

前記ハンドルの戻し状態を判定するハンドル戻し判定手段と、

前記操舵トルク及び前記車速に基づいて前記モータ電流の目標値を演算する目標値演算手段と、

前記目標値と前記モータ電流との偏差に応じて前記モータの制御量を演算する制御量演算手段と、

前記制御量に基づいて第1及び第2の駆動モードにそれぞれ対応した第1及び第2の制御量を生成すると共に、前記戻し状態の判定結果にตอบสนองして前記第1又は第2の制御量的一方を選択する選択手段と、

前記第1及び第2の制御量をそれぞれ前記スイッチング素子に対する第1及び第2のPWMデューティ比に変換する変換手段と、

前記第1又は第2のPWMデューティ比に基づいて前記スイッチング素子を駆動する駆動回路とを有し、

前記選択手段は、前記戻し状態が判定されないときには前記第1の駆動モードに対応した第1の制御量を生成し、前記戻し状態が判定されたときには前記第2の駆動モードに対応した第2の制御量を生成し、

前記駆動回路は、前記第1のPWMデューティ比にตอบสนองして、前記各一对のスイッチング素子のうち的一方をオンして他方をPWMスイッチング駆動すると共に、前記第2のPWMデューティ比にตอบสนองして、前記各一对のスイッチング素子の両方をPWMスイッチング駆動することを特徴とする電動式パワーステアリング装置。

【請求項2】 前記ハンドル戻し判定手段は、前記目標値と前記モータ電流との偏差に基づいて前記ハンドルの戻し状態を推定し、この推定結果を前記判定結果とすることを特徴とする請求項1の電動式パワーステアリング装置。

【請求項3】 前記ハンドル戻し判定手段は、前記モータ電流が前記目標値よりも所定値以上大きいときに前記ハンドルの戻し状態を推定することを特徴とする請求項2の電動式パワーステアリング装置。

【請求項4】 前記変換手段は、前記第1及び第2の駆動モードの切替時に前記第1及び第2のPWMデューティ比の違いを補正するための補正手段を含むことを特徴

とする請求項1乃至請求項3のいずれかの電動式パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、自動車のハンドルの操舵補助に用いられる電動式パワーステアリング装置に関し、特に補助トルク制御のリニアリティを損なうことなくハンドル戻り性能を改善した電動式パワーステアリング装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図5は例えば特開昭60-35664号公報に記載された従来の電動式パワーステアリング装置を一部回路図で示すブロック図である。図において、1はハンドル（図示せず）の操舵トルクTを検出するトルクセンサ、2は車速Vを検出する車速センサである。

【0003】3はハンドルと連動する操舵補助用のモータ、 $Q_1 \sim Q_4$ はモータ3を介してブリッジ回路を構成すると共にモータ3を両方向に回転させる各一对（ Q_1 及び Q_4 、並びに、 Q_2 及び Q_3 ）のスイッチング素子例えばトランジスタ、 $D_1 \sim D_4$ は各スイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ の両端間に逆極性に接続されたフライホイールダイオード、4はブリッジ回路を介してモータ3に直流電流を供給するバッテリー、5はバッテリー4の給電経路に直列に挿入された抵抗器、6は抵抗器5を介してモータ3に供給される電流Iを検出するモータ電流検出手段である。

【0004】7は操舵トルクT、車速V及びモータ電流I等に基づいて各スイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ を駆動する信号処理回路であり、操舵トルクT及び車速Vに基づいてモータ電流の目標値I_oを演算する目標値演算手段と、目標値I_oとモータ電流Iとの偏差に応じてモータ3の制御量を演算する制御量演算手段、制御量をスイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ に対するPWM信号（PWMデューティ比）に変換する変換手段と、PWMデューティ比に基づいてスイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ を駆動する駆動回路とを有する。

【0005】次に、図5に示した従来の電動式パワーステアリング装置の動作について説明する。走行中に運転者がハンドルを一方に回転させようすると、検出された操舵トルクT及び車速Vに応じて、信号処理回路7は、各スイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ に対する開閉制御用の駆動信号を出力する。

【0006】このとき、スイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ の制御形態として、第1及び第2の駆動モードがある。第1の駆動モードとは、各一对のスイッチング素子のうち的一方（ Q_3 又は Q_4 ）をオン状態に固定し、他方（ Q_1 又は Q_2 ）をPWMスイッチング駆動するものである。又、第2の駆動モードとは、各一对のスイッチング素子の両方をPWMスイッチング駆動するものである。

【0007】ここでは、第1の駆動モードを適用した例をとり、例えば、スイッチング素子 Q_1 及び Q_4 がモータ

3の正(右)回転を制御し、スイッチング素子 Q_2 及び Q_3 がモータ3の逆(左)回転を制御するものとする。

【0008】ここで、運転者がハンドルを正回転させ、信号処理回路7から正回転信号が出力されたとすると、一対のスイッチング素子 Q_1 及び Q_4 のうち的一方 Q_1 は、常時オン制御されると共に、他方 Q_4 は、演算されたPWM信号に応じてオンオフ動作を繰り返す。

【0009】従って、スイッチング素子 Q_1 のオン時には、バッテリー4から、抵抗器5、スイッチング素子 Q_1 、モータ3、スイッチング素子 Q_4 及びグランドからなる経路を介して、モータ3に直流電流が供給され、モータ3は、PWM信号のデューティ比に応じた出力トルクで正回転し、操舵トルクTを補助することになる。又、運転者がハンドルに対する操舵トルクTを解除すれば、セルフアラニングトルクにより、ハンドルは自動的に中央位置に復帰する。

【0010】しかし、第1の駆動モードにおいては、スイッチング素子 Q_4 がオフされているときにも、スイッチング素子 Q_1 はオン状態を保持しているため、図中の矢印で示すように、スイッチング素子 Q_1 、フライホイールダイオード D_1 及びモータ3を介した閉回路が構成される。

【0011】従って、このときにモータ3が外力によって回転させられると、例えば矢印のように電流が流れ、制御系とは全く無関係にモータ3にトルクが発生する。しかも、このときにスイッチング素子 Q_4 をオフさせる手段がないので、モータ3に流れる電流は無制御状態となる。

【0012】このように制御系と無関係に発生したモータ3のトルクは、例えば、セルフアラニングトルクによってハンドルが復帰するときにブレーキ力となるので、ハンドルが復帰しにくくなってしまう。

【0013】そこで、第2の駆動モードを適用し、スイッチング素子 Q_4 と共にスイッチング素子 Q_1 をPWM制御のバース幅に応じてオンオフさせることも考えられる。しかし、この場合には、PWM信号の周波数が増大すると、モータ3内のインダクタンス成分の影響で、PWM信号のデューティ比とモータ3の出力トルクとの関係のリニアリティが劣化することから、パワーステアリングの制御性が低下してしまう。

【0014】次に、第1及び第2の駆動モードにおける、モータ3の出力トルクの違いによるハンドル戻り能力及びリニアリティの違いについて詳細に説明する。図6は第1及び第2の駆動モードにおけるモータ3の電圧(実線)及び電流I(破線)をそれぞれ示す波形図であり、(a)は第1の駆動モード、(b)は第2の駆動モードである。

【0015】各駆動モードによるモータ電流Iの違いは、例えばスイッチング素子 Q_4 のオンオフ抵抗値の差に起因する充放電時定数の違いによって生じる。即ち、抵

抗器及びインダクタンス回路の時定数は、モータ3のインダクタンスを一定とすれば、スイッチング素子 Q_4 の抵抗値に反比例するので、スイッチング素子 Q_4 が常時オン状態の第1の駆動モードでは大きく、第2の駆動モードでは小さくなる。

【0016】従って、図6(a)のように、第1の駆動モードにおいては、PWMバースオフ時のモータ3の回生電流の時定数が大きく、デューティ比に対するリニアリティが良い反面、モータ電流Iが減衰するのに長い時間がかかる。これは、ハンドル戻りが悪くなる原因となっている。

【0017】又、図6(b)の第2の駆動モードにおいては、時定数が小さいため、PWMバースオフ時のモータ電流Iの変化が早く、PWMオフ時のモータ電流Iは直ちに零に減衰する。しかし、モータ電流I又は出力トルクを所望の値に制御しようとするとき、リニアリティが悪いため、特に大電流での制御領域において、制御の安定性が悪く、出力トルクのバラツキやモータ3からの制御音が発生することになる。

【0018】図7はPWM信号のデューティ比に対するモータ出力トルク(モータ電流I)の関係を示す特性図であり、第1象限が右回転、第3象限が左回転の出力トルクを示している。又、曲線中の矢印はPWM周波数の増大方向を示し、第1の駆動モード(a)から第2の駆動モード(b)に切換えたときにリニアリティが劣化する状態を示している。

【0019】即ち、第1の駆動モード(a)においては、デューティ比に対する出力トルク特性がほぼ直線であり、リニアリティが高い。一方、第2の駆動モード(b)においては、出力トルク特性がくずれて曲線となり、PWM周波数が増大するほどリニアリティの劣化が大きくなることが分かる。

【0020】更に、第2の駆動モードにおいては、PWMオンオフ時に発生するモータ電流Iのリップルが第1の駆動モード時よりも大きくなるため、大きいラジオノイズが発生したり、リップル吸収用コンデンサやスイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ の発熱が増大する等の不具合が生じる。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】従来の電動式パワーステアリング装置は以上のように、第1又は第2の駆動モードの一方のみによりスイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ を制御しているため、第1の駆動モードにおいてはハンドル戻りが悪くなり、第2の駆動モードにおいてはPWM制御のリニアリティが悪くなるという問題点があった。

【0022】この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、PWMデューティ比とモータ出力トルクとのリニアリティを保持すると共に、ハンドル戻り性能を改善した電動式パワーステアリング装置を得ることを目的とする。

【0023】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係る電動式パワーステアリング装置は、ハンドルの操舵トルクを検出するトルクセンサと、車速を検出する車速センサと、ハンドルの操舵補助用のモータと、モータを介してブリッジ回路を構成すると共にモータを両方向に回転させる各一对のスイッチング素子と、モータの電流を検出するモータ電流検出手段と、操舵トルク、車速及びモータ電流に基づいてスイッチング素子を駆動する信号処理回路とを備え、信号処理回路は、ハンドルの戻り状態を判定するハンドル戻り判定手段と、操舵トルク及び車速に基づいてモータ電流の目標値を演算する目標値演算手段と、目標値とモータ電流との偏差に応じてモータの制御量を演算する制御量演算手段と、制御量に基づいて第1及び第2の駆動モードにそれぞれ対応した第1及び第2の制御量を生成すると共に、戻り状態の判定結果にตอบสนองして第1又は第2の制御量の一方を選択する選択手段と、第1及び第2の制御量をそれぞれスイッチング素子に対する第1及び第2のPWMデューティ比に変換する変換手段と、第1又は第2のPWMデューティ比に基づいてスイッチング素子を駆動する駆動回路とを有し、選択手段は、戻り状態が判定されないときには第1の駆動モードに対応した第1の制御量を生成し、戻り状態が判定されたときには第2の駆動モードに対応した第2の制御量を生成し、駆動回路は、第1のPWMデューティ比にตอบสนองして、各一对のスイッチング素子のうちの一方をオンして他方をPWMスイッチング駆動すると共に、第2のPWMデューティ比にตอบสนองして、各一对のスイッチング素子の両方をPWMスイッチング駆動するものである。

【0024】又、この発明の請求項2に係る電動式パワーステアリング装置は、請求項1において、ハンドル戻り判定手段が、目標値とモータ電流との偏差に基づいてハンドルの戻り状態を推定し、この推定結果を判定結果とするものである。

【0025】又、この発明の請求項3に係る電動式パワーステアリング装置は、請求項2において、ハンドル戻り判定手段は、モータ電流が目標値よりも所定値以上大きいときにハンドルの戻り状態を推定するものである。

【0026】又、この発明の請求項4に係る電動式パワーステアリング装置は、請求項1ないし請求項3のいずれかにおいて、変換手段が、第1及び第2の駆動モードの切替時に第1及び第2のPWMデューティ比の違いを補正するための補正手段を含むものである。

【0027】

【作用】この発明の請求項1においては、通常操舵時には第1の駆動モードによりPWMデューティ比とモータ電流及び出力トルクとのリニアリティを保ち、不要なラジノイズや発熱等を抑制して静かで滑らかなトルク制御を実現し、又、セルフアライニングトルク等によるハ

ンドル戻り時には第2の駆動モードによりモータによるブレーキ作用を抑制する。

【0028】又、この発明の請求項2においては、モータ電流の目標値と実測値（モータ電流）との偏差に基づいてハンドル戻り状態を推定し、第2の駆動モードに切替えることによりハンドル戻り性能を向上させる。

【0029】又、この発明の請求項3においては、モータ電流が目標値よりも所定値以上大きいときにハンドル戻り状態を推定し、第2の駆動モードに切替えることによりハンドル戻り性能を向上させる。

【0030】又、この発明の請求項4においては、ハンドル戻り状態が判定されて第2の駆動モードに切替えるときに、リニアリティの違いにより生じるPWMデューティ比の違いを補正することにより、ハンドル戻り性能を向上させると共に制御性を向上させる。

【0031】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の実施例1を図について説明する。図1はこの発明の実施例1を一部回路図で示すブロック図であり、1～6、 $Q_1 \sim Q_4$ 、 $D_1 \sim D_4$ 、T、V及び1は前述と同様のものである。又、70は信号処理回路7に対応しており、以下の71～77の要素から構成されている。

【0032】71はハンドルの戻り状態を判定するハンドル戻り判定手段であり、例えば、操舵トルクT及び電流偏差（後述する）等に基づいて戻り状態を判定すると、ハンドル戻り状態を示す判定結果Hを生成する。

【0033】72は操舵トルクT及び車速Vに基づいてモータ電流の目標値 I_o を演算する目標値演算手段であり、目標値 I_o と共にモータ3の回転方向指令Rを生成する。73は目標値 I_o からモータ電流Iの実測値を減算して電流偏差 ΔI を算出する減算器、74は電流偏差 ΔI に応じてモータ3の制御量CをPID演算する制御量演算手段である。尚、電流偏差 ΔI は、操舵トルクTと共にハンドル戻り判定手段71に入力されている。

【0034】75は制御量Cに基づいて第1及び第2の駆動モードにそれぞれ対応した第1及び第2の制御量 C_1 を生成する選択手段であり、ハンドル戻り判定手段71からの判定結果Hにตอบสนองして第1又は第2の制御量 C_2 の一方を選択的に出力する。選択手段75は、戻り状態を示す判定結果Hが得られないときには第1の駆動モードに対応した第1の制御量 C_1 を生成し、戻り状態を示す判定結果Hが得られたときには第2の駆動モードに対応した第2の制御量 C_2 を生成する。

【0035】76は第1及び第2の制御量 C_1 及び C_2 をそれぞれスイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ に対する第1及び第2のPWMデューティ比 P_1 及び P_2 に変換する変換手段であり、第1の制御量 C_1 を第1のPWMデューティ比 P_1 に変換する第1の変換手段76aと、第2の制御量 C_2 を第2のPWMデューティ比 P_2 に変換する第2の変換手段76bと

を含む。

【0036】変換手段76は、第1及び第2の駆動モードの切換時に、リニアリティの違いに起因する第1及び第2のPWMデューティ比P1及びP2の違いを補正するための補正手段を含んでいる。補正手段は、例えば、リニアリティが劣化する第2の駆動モードに対する第2の変換手段76bに含まれていればよい。

【0037】77は第1のPWMデューティ比P1又は第2のPWMデューティ比P2に基づいてスイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ を駆動する駆動回路である。駆動回路77は、第1のPWMデューティ比P1にตอบสนองして、各一对のスイッチング素子（例えば、 Q_1 及び Q_4 ）のうちの一方（ Q_4 ）をオンして他方（ Q_1 ）をPWMスイッチング駆動すると共に、第2のPWMデューティ比P2にตอบสนองして、各一对のスイッチング素子の両方（ Q_1 及び Q_4 ）をPWMスイッチング駆動するようになっている。

【0038】図3は第1の変換手段76a内の変換関数を示す特性図であり、第1の制御量C1に応じて第1の駆動モードのPWMデューティ比P1を求めるために用いられる。第1の駆動モードの場合、図7内の(a)に参照されるように、モータ3に対するトルク制御のリニアリティが良いので、変換関数は、ほぼ一次関数となる。

【0039】図4は第2の変換手段76b内の変換関数を示す特性図であり、第2の制御量C2に応じて第2の駆動モードのPWMデューティ比P2を求めるために用いられる。第2の駆動モードの場合、図7内の(b)に参照されるようにリニアリティが悪いので、変換関数は、リニアリティを劣化を相殺するような曲線となる。

【0040】次に、図2及び図3の特性図、並びに図4のフローチャートを参照しながら、図1に示したこの発明の実施例1の動作について説明する。まず、目標値演算手段72は、トルクセンサ1から操舵トルクTを読み込み（ステップS1）、車速センサ2から車速信号を読み込んで実際の車速Vを計算し（ステップS2）、車速Vに応じた操舵トルクTの位相補償演算を行い（ステップS3）、モータ3の操舵補助用の回転方向Rを指令すると共にモータ電流の目標値I_oを演算する（ステップS4）。

【0041】例えば、操舵トルクTの時間変化が大きい場合には、操舵トルクTの位相進みを見込んで目標値I_oを大きめに設定し、又、車速Vが大きいときには、補助トルクが小さくてよいので目標値I_oを小さめに設定する。

【0042】続いて、減算器73は、モータ電流検出手段6からモータ電流Iの実測値を読み込み（ステップS5）、目標値I_oからモータ電流Iを減算して電流偏差 ΔI を演算する（ステップS6）。又、制御量演算手段74は、電流偏差 ΔI に基づいてP（比例）項、I（積分）項及びD（微分）項によるPID演算を行い（ステップS7）、モータ3の制御量Cを演算する（ステップS8）。モータ3に対する制御量Cは、モータ駆動用のスイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ に対するPWMデューティ比に対応している。

$Q_1 \sim Q_4$ に対するPWMデューティ比に対応している。

【0043】一方、ハンドル戻し判定手段71は、操舵トルクTが所定値以上か否かを判定し（ステップS9）、もし操舵トルクTが所定値未満（NO）と判定されれば、続いて、電流偏差 $\Delta I (= I_o - I)$ が所定値以上か否かを判定する（ステップS10）。

【0044】もし、ステップS9において操舵トルクTが所定値以上（YES）、又は、ステップS10において電流偏差 ΔI が所定値以下（NO）と判定されれば、ハンドル戻し判定手段71は、ハンドル戻し状態ではない通常操舵状態と判定し、ハンドル戻しを示す判定結果Hを生成しない。

【0045】このように判定結果Hが生成されない場合、選択手段75は、制御量Cに基づいて第1の駆動モードにおける第1の制御量C1を生成する。従って、変換手段76内の第1の変換手段76aは、第1の駆動モードの変換関数（図2）を用いて第1のPWMデューティ比P1を求め（ステップS11）、駆動回路77に入力する。

【0046】これにより、スイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ は、第1の駆動モードのPWMデューティ比P1で駆動される。即ち、スイッチング素子対の一方（例えば、 Q_4 ）はオン状態に保持され、他方（例えば、 Q_1 ）はPWMスイッチング駆動される。従って、通常の操舵状態においては、モータ3による補助トルクの制御リニアリティに優れたパワーステアリングが実現し、補助トルクのバラツキ、モータ3の制御音、ラジオノイズ等の発生や回路部品の発熱を抑制することができる。

【0047】一方、ステップS9において操舵トルクTが所定値以下（NO）、且つ、ステップS10において電流偏差 ΔI が所定値以上（YES）と判定されれば、ハンドル戻し判定手段71は、ハンドル戻し状態であると判定し、ハンドル戻し状態を示す判定結果Hを生成する。

【0048】一般に、運転者が操舵トルクTを所定値以下に低減させればハンドル戻しの可能性が高く、又、電流偏差 ΔI が所定値以上、即ちモータ電流Iが目標値I_oよりも所定値以上大きければ、ハンドル戻しによる発電状態である可能性が高い。従って、上記両方の条件を満たせばハンドル戻し状態と見なすことができる。

【0049】このように、ハンドル戻し状態の判定結果Hが得られた場合、選択手段75は、戻し性能を向上させるために駆動モードを切換え、制御量Cに基づいて第2の駆動モードにおける第2の制御量C2を生成する。従って、変換手段76内の第2の変換手段76bは、第2の駆動モードの変換関数（図3）を用いて第2のPWMデューティ比P2を求め（ステップS12）、駆動回路77に入力する。

【0050】これにより、スイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ は、第2の駆動モードのPWMデューティ比P2で駆動され、スイッチング素子対の両方（例えば、 Q_1 及び Q_4 ）がPWMスイッチング駆動される。従って、ハン

ドル戻し状態においては、モータ電流Iのフィードバック追従性が良くなり、モータ3の補助トルクが要求値に正確に制御されるので、ハンドル戻し性能に優れたパワーステアリングが実現する。

【0051】一方、選択手段75は、タイマ手段を含み、第2の駆動モードに切換えられてから所定時間が経過したときには、ハンドル戻しが完了したものと見なし、補助トルク制御のリニアリティを復帰させるために、自動的に第1の駆動モードに切換える。このときの切換条件は、不要なハンチング等が発生しないように、実際の車両仕様に合わせて、切換判定値やヒステリシス値等を適宜設定することがのぞましい。

【0052】又、第1及び第2の駆動モードの切換時において、変換手段76が適確にPWMデューティ比P1及びP2を変換するので、ハンドルに対してショック等が発生することはない。従って、ハンドル戻し判定手段71からの判定結果Hによる切換タイミングを特に気にすることはない。

【0053】以上のように、通常操舵時には第1の駆動モードによりPWMデューティ比P1とモータ電流I（出力トルク）とのリニアリティを保ち、不要なラジオノイズや発熱等を抑制して静かで滑らかなトルク制御を実現し、又、セルフライニングトルク等によるハンドル戻り時には、第2の駆動モードにより、モータ3によるブレーキ作用を抑制することができる。

【0054】尚、第1及び第2の駆動モードにおいて、モータ3を右回転させる場合を例にとり、スイッチング素子Q₁及びQ₄を制御する場合を示したが、左回転させる場合は、スイッチング素子Q₂及びQ₃をそれぞれ同様に制御すればよい。

【0055】実施例2. 尚、上記実施例1では、ハンドル戻し判定手段71は、操舵トルクT及び電流偏差ΔIに基づく推定によりハンドル戻し状態を判定したが、操舵トルクT又は電流偏差ΔIの一方に基づいて、又は、オブザーバ等に基づいてモータ3の回転数を推定してもよい。

【0056】実施例3. 又、ハンドル角度センサやモータ回転数センサ等を用いて、ハンドル戻し状態を直接検出して、判定結果Hを生成しても同等の作用効果を奏することは言うまでもない。

【0057】実施例4. 又、駆動モード切換時にPWMデューティ比を補正するため、変換手段76に補正手段を設けたが、補正手段を用いずに、単に、第1及び第2の駆動モードに切換えるようにしてもよい。この場合、第2の駆動モードにおいてリニアリティの劣化を抑制することはできないが、ハンドル戻し時に重視されるべきハンドル戻し性能は向上する。

【0058】

【発明の効果】以上のようにこの発明の請求項1によれば、ハンドルの操舵トルクを検出するトルクセンサと、

車速を検出する車速センサと、ハンドルの操舵補助用のモータと、モータを介してブリッジ回路を構成すると共にモータを両方向に回転させる各一對のスイッチング素子と、モータの電流を検出するモータ電流検出手段と、操舵トルク、車速及びモータ電流に基づいてスイッチング素子を駆動する信号処理回路とを備え、信号処理回路は、ハンドルの戻し状態を判定するハンドル戻し判定手段と、操舵トルク及び車速に基づいてモータ電流の目標値を演算する目標値演算手段と、目標値とモータ電流との偏差に応じてモータの制御量を演算する制御量演算手段と、制御量に基づいて第1及び第2の駆動モードにそれぞれ対応した第1及び第2の制御量を生成すると共に、戻し状態の判定結果に応答して第1又は第2の制御量の一方を選択する選択手段と、第1及び第2の制御量をそれぞれスイッチング素子に対する第1及び第2のPWMデューティ比に変換する変換手段と、第1又は第2のPWMデューティ比に基づいてスイッチング素子を駆動する駆動回路とを有し、選択手段は、戻し状態が判定されないときには第1の駆動モードに対応した第1の制御量を生成し、戻し状態が判定されたときには第2の駆動モードに対応した第2の制御量を生成し、駆動回路は、第1のPWMデューティ比にตอบสนองして、各一對のスイッチング素子のうちの一方をオンして他方をPWMスイッチング駆動すると共に、第2のPWMデューティ比にตอบสนองして、各一對のスイッチング素子の両方をPWMスイッチング駆動し、通常操舵時には第1の駆動モードによりモータ出力トルクのリニアリティを保ち、静かで滑らかなトルク制御を実現し、ハンドル戻り時には第2の駆動モードによりモータによるブレーキ作用を抑制するようにしたので、PWMデューティ比とモータ出力トルクとのリニアリティを損なうことなく、ハンドル戻り性能を改善した電動式パワーステアリング装置が得られる効果がある。

【0059】又、この発明の請求項2によれば、請求項1において、ハンドル戻し判定手段が、目標値とモータ電流との偏差に基づいてハンドルの戻し状態を推定し、この推定結果を判定結果とするようにしたので、PWMデューティ比とモータ出力トルクとのリニアリティを損なうことなくハンドル戻り性能を改善すると共に、特に回路構成を増やすことなくハンドル戻し状態を判定できる電動式パワーステアリング装置が得られる効果がある。

【0060】又、この発明の請求項3によれば、請求項2において、ハンドル戻し判定手段は、モータ電流が目標値よりも所定値以上大きいときにハンドルの戻し状態を推定するようにしたので、PWMデューティ比とモータ出力トルクとのリニアリティを損なうことなくハンドル戻り性能を改善すると共に、ハンドル戻し状態を確実に判定できる電動式パワーステアリング装置が得られる効果がある。

【0061】又、この発明の請求項4によれば、請求項1乃至請求項3のいずれかにおいて、変換手段が、第1及び第2の駆動モードの切換時に第1及び第2のPWMデューティ比の違いを補正するための補正手段を含み、リニアリティの違いにより生じるPWMデューティ比の違いを補正するようにしたので、PWMデューティ比とモータ出力トルクとのリニアリティを損なうことなくハンドル戻り性能を改善すると共に、第2の駆動モードにおいても制御性のリニアリティを向上させた電動式パワーステアリング装置が得られる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例1を一部回路図で示すブロック図である。

【図2】この発明の実施例1により設定される第1のPWMデューティ比を示す特性図である。

【図3】この発明の実施例1により設定される第2のPWMデューティ比を示す特性図である。

【図4】この発明の実施例1の動作を示すフローチャートである。

【図5】従来の電動式パワーステアリング装置を一部回路図で示すブロック図である。

【図6】一般的な電動式パワーステアリング装置の第1及び第2の駆動モードにおけるモータ電流を示す波形図である。

【図7】一般的な電動式パワーステアリング装置のPWMデューティ比に対するモータ出力トルクを示す特性図である。

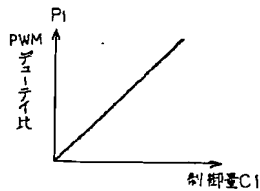
【符号の説明】

- 1 トルクセンサ
2 車速センサ

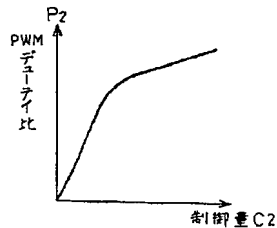
- * 3 モータ
6 モータ電流検出手段
70 信号処理回路
71 ハンドル戻し判定手段
72 目標値演算手段
74 制御量演算手段
75 選択手段
76 変換手段
77 駆動回路
10 C 制御量
C1 第1の制御量
C2 第2の制御量
H 判定結果
I モータ電流
I₀ 目標値
 ΔI 電流偏差
P1 第1のPWMデューティ比
P2 第2のPWMデューティ比
Q₁～Q₄ スイッチング素子
Q₃、Q₄ 一方のスイッチング素子
Q₁、Q₂ 他方のスイッチング素子
T 操舵トルク
V 車速
S10 電流偏差が所定値以上大きいかなかを判定するステップ
S11 第1の駆動モードでPWMデューティ比を決定するステップ
S12 第2の駆動モードでPWMデューティ比を決定するステップ

* 30

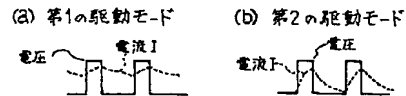
【図2】



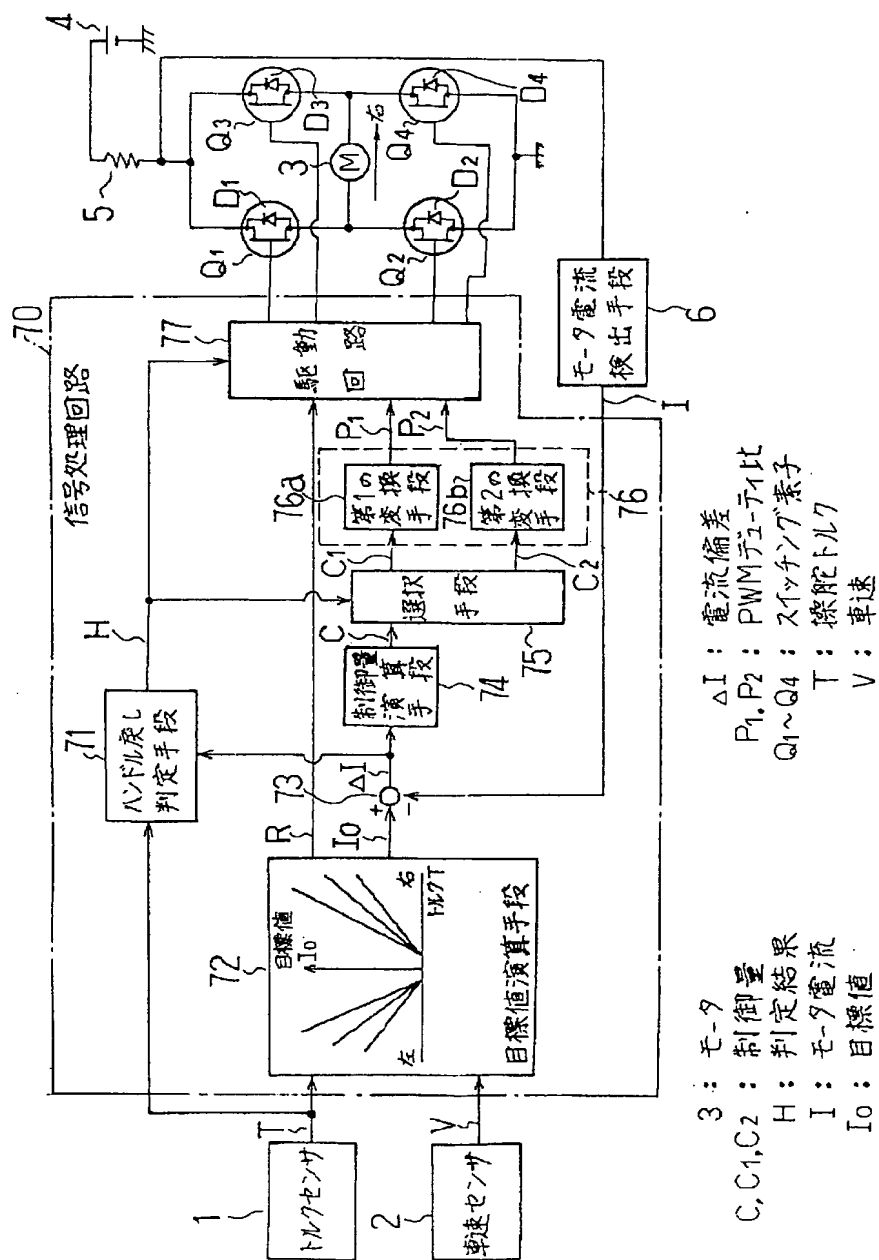
【図3】



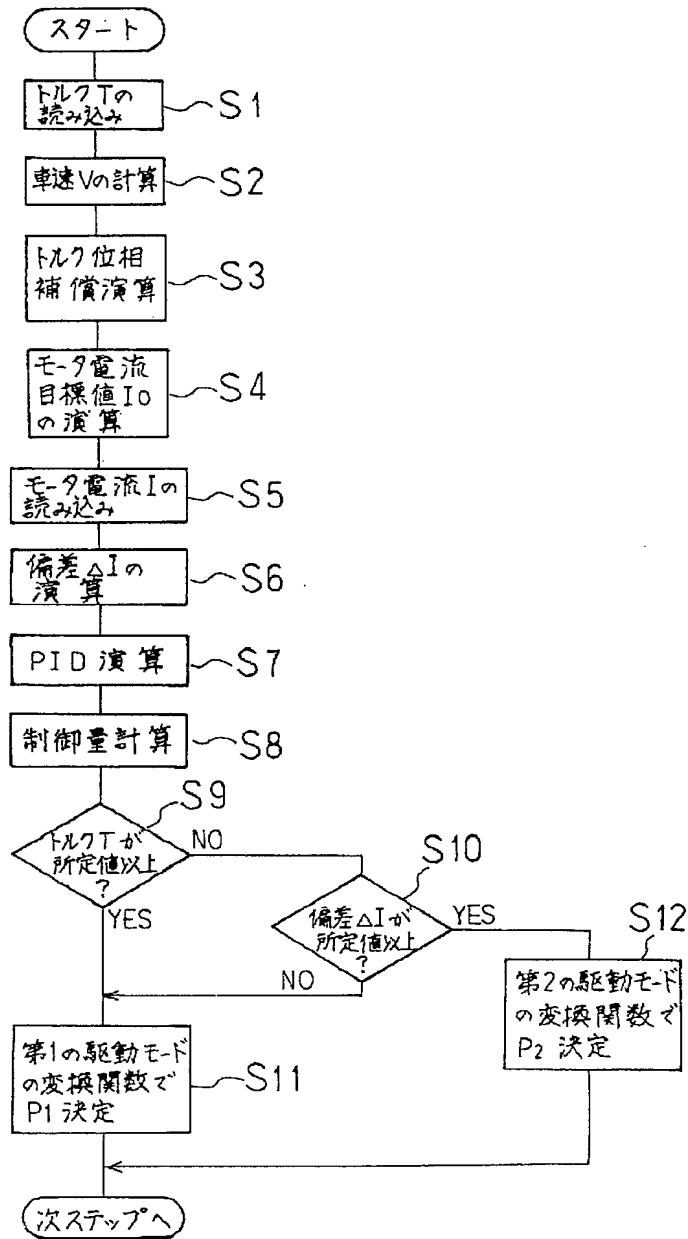
【図6】



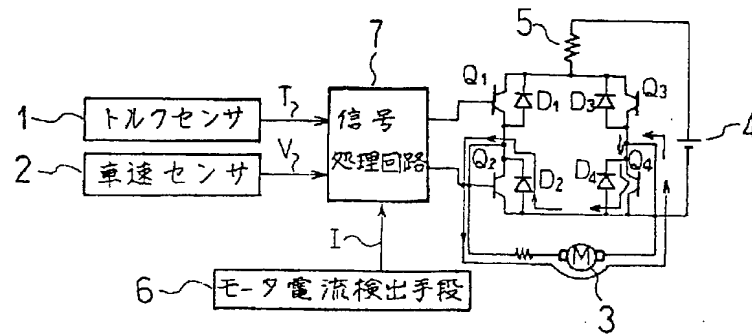
【圖 1】



【図4】



【図5】



【図7】

